

RECHERCHES SUR LE RÉSEAU INTERNE DE GOLGI
DES CELLULES NERVEUSES DE GANGLIONS SPINAUX,

PAR R. LEGENDRE.

En 1898, Golgi signala dans les cellules nerveuses des ganglions spinaux et de quelques autres organes un appareil réticulaire interne, distant des surfaces nucléaire et cellulaire et présentant l'aspect de fibrilles ondulées réunies en un réseau irrégulier avec des renflements nodaux et certaines terminaisons libres. Cet appareil fut retrouvé chez divers animaux par Veratti, Soukhanoff, etc. En 1907, Cajal décrivit dans la plupart des cellules nerveuses un appareil réticulaire analogue au précédent. En 1908, Golgi indiqua une nouvelle méthode permettant de mettre en évidence ce réseau avec une grande facilité et, en 1909, Marcora appliqua cette nouvelle méthode à diverses études sur les cellules nerveuses.

Si l'observation répétée du réseau interne a mis son existence hors de doute, non seulement dans les cellules nerveuses, mais encore dans beaucoup d'autres cellules (Pensa, Negri, Gemelli, Veratti, Marengli, Brugnattelli, Stropeni, Golgi), son interprétation a donné lieu à plusieurs opinions discordantes. Dès 1898, Golgi, tout en déclarant que ce réseau est différent des neurofibrilles, ne voulut pas se prononcer sur sa signification probable. Holmgren, Studnicka, Retzius, Kölliker, admirèrent que cet appareil est un réseau de canalicules semblables à ceux décrits par Holmgren sous le nom de Trophospongium; Soukhanoff, au contraire, insista sur ce fait qu'il n'atteint pas la périphérie de la cellule; Athias essaya de concilier les deux opinions en supposant que la seule partie interne des canalicules est décelée par la méthode de Golgi; Cajal identifia les deux formations qu'il réunit sous le nom de conduits de Golgi-Holmgren et les compara à la vésicule pulsatile des Infusoires ciliés; Marinesco les considéra également comme analogues. D'autre part, Goldschmidt et Popoff ont homologué le réseau interne aux chromidies et aux mitochondries.

J'ai déjà démontré ⁽¹⁾ la nature pathologique des canalicules de Holmgren et repoussé leur identification avec le réseau interne; Golgi vient d'affirmer également que cette comparaison n'a aucun fondement ⁽²⁾. J'ai déjà repoussé l'analogie du réseau interne et des mitochondries ⁽³⁾; Golgi ⁽⁴⁾ et

(1) R. LEGENDRE, *C. R. Soc. Biol.*, t. LXIV, 1908. *C. R. Assoc. des Anat.*, V^e Réunion, 1908. *Archives d'anatomie microscopique*, t. X, 1908.

(2) G. GOLGI, Sur une fine particularité de structure, etc., *Arch. Ital. Biol.*, t. LI, 1909.

(3) PERROSCITO, Condriosomi, cromidii ed apparato reticolare interno, etc. *Rend. Ist. Lomb.*, Vol. XLI.

(4) R. COLLIN et M. LUCIEN, Observations sur le réseau interne de Golgi, etc. *C. R. Assoc. des Anat.*, XI^e Réunion, 1909.

Perroncito⁽¹⁾ vient de confirmer cette opinion. Mes observations sur les cellules épithéliales du Lombric et l'examen des figures de conduits de Golgi-Holmgren publiées par Cajal m'avaient conduit à penser que le réseau de Golgi pourrait bien être «un aspect particulier du spongioplasma, ses varicosités étant dues à la substance chromatophile». Cette hypothèse fut contredite par Collin et Lucien⁽²⁾ qui virent l'appareil réticulaire localisé à la partie centrale de cellules à corps de Nissl périphériques; elle reçut au contraire une preuve de Marcora⁽³⁾ qui, tout en n'admettant pas l'identification du réseau et des corps de Nissl, leur trouva de grandes analogies: aspect semblable, absence de continuité dans les prolongements nerveux, répartition analogue dans le protoplasma, laissant libres la partie périphérique et le cône d'origine.

Dès la publication de la nouvelle méthode de Golgi (1908), j'entrepris des recherches sur le réseau interne des cellules ganglionnaires spinales de quelques Mammifères. Je m'aperçus bientôt que cette méthode pouvait être simplifiée avec avantage; les meilleures préparations furent obtenues en suivant la technique de Golgi jusqu'au moment de faire les coupes et en s'arrêtant là; le réseau apparaît alors en noir sur le fond jaune de la cellule et se détache nettement. Les résultats obtenus montrent les grandes analogies du réseau de Golgi avec la substance chromatophile.

1. *Analogies morphologiques.* — Le réseau de Golgi n'est un véritable réseau que dans certaines cellules, chez certains animaux. Chez le Chien, il est très contourné et fin; chez le Chevreau, au contraire, il est remplacé dans la plupart des cellules par de gros grains irréguliers; le Lapin, le Cobaye, le Surmulot présentent des formes intermédiaires. On trouve côte à côte des cellules d'aspect très différent; les unes sont parsemées d'une grande quantité de petits points noirs; d'autres ont de gros grains plus ou moins effilés sur les bords; d'autres ont un réseau ou des fragments de réseau à points nodaux renflés; d'autres encore présentent de véritables pelotons irréguliers, tordus, parsemés de gros grains ou d'anneaux. Ces différences d'aspect ne semblent pas dues à des irrégularités d'imprégnation, mais bien à des différences de structure réelle; certaines cellules ont un aspect sombre, des grains nombreux, un réseau dense qui font songer aux cellules sombres que montre la méthode de Nissl. La disposition des grains et des varicosités du réseau est concentrique aux sur-

(1) F. MARCORÀ, Ueber die Beziehungen zwischen dem Binnennetze und den Nisslschen Körperchen, *Anat. Anz.*, Bd. XXXV, 1909.

(2) Je n'ai pu mettre en évidence de réseau interne chez *Helix*.

(3) F. MARCORÀ, Di una fine alterazione delle cellule nervose del nucleo di origine del grande ipoglossio consecutiva allo strappamento ed al taglio del nervo. *Boll. Soc. Med. di Pavia*, 1908.

faces nucléaire et cellulaire; une mince zone périnucléaire est toujours respectée; la périphérie de la cellule est également libre de toute granulation sur une épaisseur plus ou moins grande. Le cône d'origine de l'axone ne présente aucun grain et la limite de ceux-ci coïncide toujours avec celle de la substance chromatophile. Tous ces caractères, et plus encore l'aspect général des préparations montrent une distribution identique des deux substances. Ces faits viennent d'ailleurs d'être signalés en partie par Marcora.

II. *Analogies chimiques.* — On sait que la substance chromatophile disparaît par l'action des alcalis, soit qu'ils la dissolvent (Eve, Held, Bühler, Ewing) ou qu'ils la rendent incolore (Bethe). Il était intéressant de savoir ce que devient le réseau interne soumis à la même action. La soude ne pouvant être employée à cause de son action sur le nitrate d'argent, j'ai utilisé l'ammoniaque à 1 p. 100 agissant pendant une heure soit avant, soit pendant, soit après la fixation. L'action de l'ammoniaque avant la fixation altère beaucoup les cellules; celle après la fixation est préférable. J'ai essayé cette réaction sur les ganglions spinaux du Cobaye, du Surmulot et du Lapin, le ganglion symétrique servant de témoignage de la réussite de l'imprégnation, et chaque fois j'ai obtenu la non-coloration du réseau interne, les cellules restant d'une couleur jaune pâle homogène.

III. *Analogies physiologiques.* — Marcora a déjà fait connaître les modifications du réseau interne des cellules nerveuses du noyau d'origine du grand hypoglosse consécutives à l'arrachement et à la section de ce nerf. Quatre jours après l'arrachement, le réseau paraît brisé et repoussé, ainsi que le noyau, à la périphérie; le centre de la cellule est homogène. Quinze jours après l'opération, le réseau n'apparaît plus que comme un amas de petits fragments réunis par de minces et courts filaments contournés et entortillés. La section du nerf produit des lésions analogues mais moins graves. Si l'on rapproche ces observations de celles de Nissl, Marinesco, Lugaro, Flatau, van Gehuchten, etc., faites par la méthode de Nissl, on est frappé de leur parallélisme; les troubles commencent vers la 4^o heure et s'aggravent jusqu'au 15^e jour; ils consistent en déplacement du noyau, désagrégation, fragmentation de la substance chromatophile, qui devient granuleuse; cette chromatolyse marche du centre à la périphérie.

J'ai fait également deux expériences qui montrent les mêmes analogies. Avec l'aide du Dr Busquet, j'ai excité pendant 35 minutes la racine postérieure d'un ganglion lombaire d'un Chien, le ganglion symétrique servant de témoin. Les différences d'aspect du réseau dans les deux ganglions sont très nettes. La plupart des cellules du ganglion témoin présentent un ré-

seau complet, très contourné, arrivant jusqu'àuprès de la surface nucléaire; celles du ganglion excité ont un réseau plus lâche, situé seulement à la périphérie de la cellule, parfois fragmenté. Les expériences de Hodge, Vas, Lambert, Lugaro, Pognat, Pick, etc., montrent dans les mêmes conditions une disparition de la substance chromatophile qui débute par le centre, laissant un anneau de granules localisé à la périphérie. J'ai, à deux reprises, chez un Lapin, greffé sous la peau de l'oreille des ganglions spinaux pris à un autre Lapin, puis examiné par la méthode de Golgi et par celle de Nissl l'état de leurs cellules 3, 5, 7, 15, 21 et 24 heures après l'opération. Les modifications de la substance chromatophile et du réseau interne marchent parallèlement. Dans quelques cellules, le réseau se fragmente en petits granules vers la 5^e heure; ce changement apparaît dans un plus grand nombre de cellules vers la 7^e heure et, à ce moment, certaines sont déjà homogènes; à la 24^e heure, presque toutes les cellules n'ont plus ni réseau ni grains et sont homogènes. Or, Marinesco a signalé les transformations de la substance chromatophile dans les mêmes conditions, aboutissant à l'achromatose vers la 24^e heure; l'achromatose à la 24^e heure a été également signalée par Nageotte.

Un tel ensemble d'analogies morphologiques, chimiques (vis-à-vis de l'ammoniaque), physiologiques (section du cylindraxe, excitation électrique, greffe), fait penser à une identité de nature. Toutefois, Collin et Lucien ont pu voir simultanément le réseau et les corps de Nissl occupant des positions différentes dans certaines cellules, l'une étant périnucléaire, les autres périphériques. Marcora, qui a fait la même double coloration, les a vu intermédiaires, les corps de Nissl occupant les mailles du réseau interne. L'analogie des deux structures ne va-t-elle donc pas jusqu'à l'identité?

Il est très difficile d'affirmer ou de nier l'identité de ces deux formations. J'ai pu reconnaître les faits suivants : 1° Le fixateur de Golgi ne détruit pas la substance chromatophile et n'empêche pas sa coloration par la méthode de Nissl; 2° le réseau interne ne se présente pas toujours comme un réseau, mais a fréquemment l'aspect de granulations plus ou moins éfilées et liées ensemble; 3° les doubles colorations du réseau et de la substance chromatophile montrent bien parfois des corps de Nissl à côté des granules ou des filaments argentiques, mais rien ne permet d'affirmer qu'ils sont intercalés les uns aux autres; les gros granules argentiques apparaissent alors dans les cellules à gros corps de Nissl, les fins granules et les filaments en réseau dans les cellules à substance chromatophile poussièreuse ou filamenteuse; 4° il est possible que l'argent ne se précipite pas sur tous les corps de Nissl, mais qu'il agisse d'une manière inconstante comme dans beaucoup d'autres circonstances (imprégnation noire de Golgi, imprégnations neurofibrillaires).

En résumé, la méthode de Golgi ne permet pas d'affirmer l'identité du

réseau interne et du réseau spongioplasmique incrusté de corps de Nissl. Mais elle ne permet pas non plus d'affirmer leur nature différente. Toutefois les grandes analogies morphologiques, le parallélisme des réactions de ces deux structures à divers agents chimiques ou physiologiques plaident fortement en faveur de la première hypothèse.

RECHERCHES SUR LE NOIRCISSEMENT DES FEUILLES,

PAR MM. L. MAQUENNE ET DEMOUSSY.

D'anciennes observations ont montré que, souvent, les feuilles vertes noircissent sous l'influence de la lumière émise par l'arc voltaïque nu et que cet effet peut être empêché par une simple lame de verre transparent, interposée entre le sujet et la lampe: on en avait conclu que l'influence fâcheuse exercée par la lumière électrique est probablement due aux radiations ultra-violettes qu'elle renferme. Nous avons dans ce travail cherché à donner de cette interprétation une preuve expérimentale directe et en même temps l'explication du noircissement chez les plantes mélanifères.

La lumière de la lampe à mercure d'Herous (modèle de 3 ampères), qui est riche en rayons ultra-violets, provoque ce noircissement dans l'espace de 2 à 3 heures s'il s'agit d'une plante à épiderme mince, 8 à 10 heures si les feuilles sont protégées par une cuticule épaisse, et l'effet s'accroît par la suite de lui-même au point de devenir infiniment plus intense qu'il ne l'était au début; les ombres projetées sur la feuille se dessinent alors à sa surface avec une netteté comparable à celle d'une épreuve photographique.

Cette action consécutive à une insolation même d'assez courte durée tient, comme nous l'avons reconnu, à la mort des cellules qui ont été frappées par les rayons nocifs: l'examen microscopique montre que le protoplasma y est devenu inerte et en particulier ne réagit plus au contact des solutions salines plasmolytiques.

L'action abiotique des radiations ultra-violettes s'exerce donc sur les cellules végétales aussi bien que sur les cellules animales, les cultures microbiennes ou le mycélium des Champignons: c'est pour elles une propriété d'ordre absolument général.

Le noircissement des feuilles étant, d'après ce qui précède, dû à la mort des cellules insolées, on devait pouvoir le produire sous d'autres influences, capables aussi de détruire l'activité protoplasmique. Et, en effet, on le voit apparaître, avec les mêmes variations d'intensité, par le temps dans l'air chargé de vapeurs de chloroforme ou d'éther, ou encore par une application modérée de la chaleur. Le résultat est d'ailleurs ainsi plus ra-